低蛋白质饲粮添加甘氨酸对肉仔鸡生长性能、胴体组成和血液生化指标的影响

杨永岳[1,2]　武书庚[2]　王　晶[2]　许　丽[1*]　张海军[2*]　YVES Mercier[3]

(1.东北农业大学动物营养研究所，哈尔滨 150030；2.中国农业科学院饲料研究所，农业部饲料生物技术重点开放试验室，生物饲料开发国家工程研究中心，北京 100081；3.法国安迪苏集团公司，安东尼 92160)

摘　要：本试验旨在研究在低粗蛋白质(CP)饲粮中添加甘氨酸(Gly)对肉仔鸡生长性能、胴体组成和血液生化指标的影响。选用 180 只 1 日龄健康爱拔益加(AA)肉仔鸡（公雏），随机分为 3 组，每组 6 个重复，每个重复 10 只。3 组分别为：正对照(PC)组，前期和后期饲粮 CP 水平分别为 22.0%和 20.0%；负对照组，前期和后期饲粮 CP 水平分别为 18.0%和 15.5%；Gly 组，在负对照组基础上添加 Gly，使饲粮 Gly 和丝氨酸水平为 2.32%。试验期 42 d，分为前期（1~21 d）和后期（22~42 d）2 个阶段。结果表明：1）饲粮 CP 水平降低 4.0~4.5 个百分点，试验 1~21 d 的料重比（F/G）显著升高(P<0.05)，22~42 d 的平均日增重（ADG）显著降低(P<0.05)；添加 Gly 后，1~21 d F/G 显著降低(P<0.05)，22~42 d ADG 显著升高(P<0.05)，达到了与 PC 组相似的生长性能。2）CP 水平降低，肉仔鸡 42 日龄胸肌率降低了 9.5%(P<0.05)、腹脂率提高了 60.3%(P<0.05)；添加 Gly 后，胸肌率提高了 17.6%(P<0.05)，腹脂率降低了 34.6%(P<0.05)，获得了与 PC 组相似的胴体组成。CP 水平降低、添加 Gly 均未显著影响屠宰率、全净膛率和腿肌率(P>0.05)。3）各组间血液生化指标均无显著差异(P>0.05)。可见，低 CP 饲粮中添加 Gly 可以改善生长性能和胴体组成，结果提示了 Gly 在低 CP 饲粮中的可应用性。

关键词：肉仔鸡；低蛋白质饲粮；甘氨酸；生长性能；胴体组成

中图分类号：S831.5　　文献标识码：A　　文章编号：1006-267X（2016）00-0000-00

近年来，我国蛋白质饲料资源匮乏，每年需从国外大量进口大豆、鱼粉等。同时，畜禽对饲料粗蛋白质(CP)的利用率低，粪尿中大量氮排放使环境负担加重。目前，利用营养调

收稿日期：2015–10–13

基金项目：家禽产业技术体系北京市创新团队（CARS-PSTP）；国家科技支撑计划（2011BAD26B04）

作者简介：杨永岳（1990–），女，满族，黑龙江牡丹江人，硕士研究生，从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: yang-yongyue@163.com

*通信作者：许　丽，教授，博士生导师，E-mail: xuli_19621991@163.com；张海军，副研究员，硕士生导师，E-mail: fowlfeed@163.com

控手段，在低 CP 饲粮中添加合成氨基酸(AA)，可在维持动物生产性能的前提下，提高 CP 利用率、减少动物饲养过程中蛋白质原料的使用量，因而低 CP 饲粮的研究和应用广受动物营养学界关注。

为了消除不同饲料原料中 AA 的消化率差异，低 CP 饲粮配制正由“理想蛋白质模式”向以“可消化 AA”为基础的“理想蛋白质 AA 模式”转换。理想蛋白质 AA 模式是以赖氨酸(Lys)为基础，各种 AA 与 Lys 比值恒定的 AA 需要量模型。甘氨酸（Gly)又称 2–氨基乙酸，系家禽的必需 AA。Gly 不仅可以作为合成蛋白质的前体，作为一种功能性 AA，还可参与肌酸[1]、尿酸（UA）[2]、谷胱甘肽[3]以及亚铁血红素[4]等物质的合成，起到免疫调节、保护细胞[5]和抗氧化[6]等作用。研究表明，畜禽饲粮 CP 水平降低超过一定限度，会影响生产性能[7-8]，系因某种营养素的缺乏。低 CP 饲粮中，Gly 是限制性 AA[9-10]。现有关低 CP 饲粮中添加 Gly 的研究，主要集中在肉仔鸡生长前期，对于生长后期和全期研究较少。本试验研究了在低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡 1~42 日龄生长性能、胴体组成和血液生化指标的影响。

1　材料与方法

1.1　试验材料

晶体 Gly 购自河北和美氨基酸有限公司，纯度 99%。

1.2　试验设计与饲粮组成

试验选用 180 只 1 日龄体重接近、健康的爱拔益加肉仔鸡公雏，随机分为 3 组，每组 6 个重复，每重复 10 只鸡。试验期 42 d，分为前期（1~21 d）和后期（22~42 d）2 个阶段。正对照(PC)组前期和后期饲粮 CP 水平分别为 22.0%和 20.0%，负对照(NC)组分别为 18.0%和 15.5%；Gly 组在 NC 组基础上补充 Gly，使饲粮 Gly+丝氨酸（Ser）水平为 2.32%。

参照 NRC(1994)、《鸡饲养标准》（NY/T 33—2004），采用理想可消化 AA 模式[安迪苏(Adisseo)推荐模式，表 1]配制基础饲粮，基础饲粮组成及营养水平见表 2。本 AA 模式在肉仔鸡生长前后期相同，是 Adisseo 为在生产中简化应用而设定。基础饲粮采用冷压制粒，以颗粒料形式饲喂。

表 1　理想可消化 AA 模式

Table 1　The ideal model of digestible amino acids

项目 Items	比例 Ratio	项目 Items	比例 Ratio
赖氨酸 Lys	100	异亮氨酸 Ile	70
蛋氨酸+胱氨酸（正对照	72	亮氨酸 Leu	110

组）Met+Cys (PC group)			
蛋氨酸+胱氨酸（负对照组）Met+Cys (NC group)	76	缬氨酸 Val	81
苏氨酸 Thr	67	组氨酸 His	40
色氨酸 Trp	19	苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	105
精氨酸 Arg	110～115		

表 2 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 2 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content					
	1～21 日龄 1 to 21 days of age			22~42 日龄 22 to 42 days of age		
	正对照组 PC group	负对照组 NC Group	Gly 组 Gly group	正对照组 PC group	负对照组 NC Group	Gly 组 Gly group
原料 Ingredients						
玉米 Corn	52.15	64.10	64.10	57.69	70.26	70.26
豆粕 Soybean meal	39.16	24.71	24.71	33.14	16.01	16.01
植物油 Vegetable oil	4.59	3.37	3.37	5.17	4.01	4.01
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.93	2.09	2.09	1.70	1.89	1.89
石粉 Limestone	1.20	1.23	1.23	1.12	1.16	1.16
食盐 NaCl	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
DL－蛋氨酸 *DL*-Met(99%)	0.21	0.38	0.38	0.23	0.42	0.42
L－赖氨酸盐酸盐 *L*-Lys·HCl(99%)	0.05	0.47	0.47	0.16	0.66	0.66
L－苏氨酸 *L*-Thr(98%)	0.04	0.24	0.24	0.09	0.32	0.32
L－精氨酸盐酸盐 *L*-Arg·HCl(99%)		0.34	0.34		0.56	0.56
L－缬氨酸 *L*-Val(99%)		0.21	0.21	0.03	0.32	0.32
L－异亮氨酸 *L*-Ile(98%)		0.15	0.15		0.27	0.27

L－组氨酸 *L*-His(99%)		0.05	0.05		0.11	0.11
L－色氨酸 *L*-Trp(99%)		0.03	0.03		0.07	0.07
L－苯丙氨酸 *L*-Phe(99%)					0.13	0.13
亮氨酸 Leu(99%)					0.10	0.1
甘氨酸 Gly(99%)			1.00			1.30
维生素预混料 Vitamin premix1)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
矿物质预混料 Mineral premix2)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
50%氯化胆碱 50% choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
硅藻土 Celite		1.96	0.96		3.04	1.74
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels3）						
代谢能 ME/（MJ/kg）	12.77	12.77	12.83	13.19	13.19	13.27
粗蛋白质 CP	22.24(22.56)	18.02(17.89)	19.2(19.05)	20.06(20.23)	15.51(15.40)	17.04(17.11)
钙 Ca	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90
有效磷 AP	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40
赖氨酸 Lys	1.10（1.23）	1.10（1.24）	1.10（1.25）	1.05（1.21）	1.05（1.19）	1.05（1.20）
蛋氨酸 Met	0.51（0.54）	0.61（0.63）	0.61（0.64）	0.5（0.51）	0.61（0.63）	0.61（0.64）
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys4）	0.79（0.83）	0.84（0.86）	0.84（0.89）	0.76（0.78）	0.80（0.82）	0.80（0.84）
色氨酸 Trp	0.26	0.21	0.21	0.22	0.20	0.20
苏氨酸 Thr	0.74（0.79）	0.74（0.77）	0.74（0.78）	0.70（0.76）	0.70（0.75）	0.70（0.75）
缬氨酸 Val	0.92（1.03）	0.89（0.95）	0.89（0.96）	0.85（0.96）	0.85（0.93）	0.85（0.92）
精氨酸 Arg	1.33（1.37）	1.22（1.26）	1.22（1.29）	1.17（1.29）	1.17（1.23）	1.17（1.25）
异亮氨酸 Ile	0.87（0.89）	0.77（0.79）	0.77（0.80）	0.77（0.83）	0.74（0.76）	0.74（0.81）
亮氨酸 Leu	1.64（1.75）	1.28（1.47）	1.28（1.45）	1.49（1.73）	1.16（1.34）	1.16（1.33）
组氨酸 His	0.52（0.58）	0.44（0.51）	0.44（0.54）	0.47（0.57）	0.42（0.53）	0.42（0.55）
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	1.67（1.82）	1.24（1.39）	1.24（1.36）	1.49（1.7）	1.10（1.26）	1.10（1.25）
甘氨酸+丝氨酸 Gly+Ser5）	1.82（1.92）	1.33（1.45）	2.32（2.55）	1.62（1.74）	1.03（1.16）	2.32（2.47）
胱氨酸 Cys	0.28（0.29）	0.23（0.23）	0.22（0.25）	0.26（0.27）	0.19（0.19）	0.19（0.20）

1) 维生素预混料为每千克饲料提供 Vitamin premix provided the following per kg of diets：VA 12 500 IU，VD_3 2 500 IU，VE 50 mg，VK_3 2.65 mg，VB_1 2.0 mg，VB_2 6.0 mg，VB_{12} 0.025 mg，VB_6 3.0 mg，泛酸 pantothenic acid 12 mg，烟酸 niacin 50 mg，生物素 biotin 0.032 5 mg，叶酸 folic acid 1.25 mg。

2) 矿物质预混料为每千克饲料提供 Mineral premix provided the following per kg of diets：Fe 80 mg，Cu 8 mg，Zn 75 mg，Mn 100 mg，I 0.35 mg，Se 0.15 mg。

3) 营养水平为可消化AA计算值，括号里为总AA实测值。Nutrient levels were calculated values of digestible amino acids, while the values in the parentheses were measured values of total amino acids.

4) 参照本实验室前期研究结果：PC组为0.72，NC组为0.76。According to the results of previous studies in this laboratory: 0.72 in PC group, 0.76 in NC group.

5) 参照Dean等。According to Dean et al[9].

1.3 饲养管理

采用 4 层笼养，23 h 光照，强度为 30 lx。鸡舍温度第 1 周 30 ℃，之后逐渐下降，第 4 周降至 25 ℃。试验期间自由采食、饮水，饲养管理参照《爱拔益加肉仔鸡饲养管理手册》。

1.4 指标测定与方法

1.4.1 生长性能

分别于试验第 1 天、第 21 天和第 42 天 09：00 之前，以重复为单位称空腹体重，记录各重复采食量，计算平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADFI)和料重比(F/G)。

1.4.2 胴体组成

试验第 42 天，每重复选取 2 只体重接近该重复平均值的肉仔鸡，屠宰，分离胸肌、腿肌和腹脂，计算全净膛率、胸肌率、腿肌率和腹脂率。

1.4.3 血液生化指标

分别于试验第 21 天和第 42 天，每重复选取 2 只体重接近该重复平均值的肉仔鸡，翅静脉采血，抗凝管存放，3 000 r/min 离心 10 min，取上清液分装，－20 ℃保存。总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、UA 和尿素氮(UN)含量采用全自动生化分析仪测定，试剂盒购自上海科华生物工程股份有限公司。

1.5 数据处理

采用 SPSS 16.0 软件的 one-way ANOVA 程序进行单因素方差分析（22~42 d 生长性能采用协变量方差分析），Duncan 氏法检验差异显著性，以 $P<0.05$ 为差异显著性标准，结果以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡生长性能的影响

由表 3 可知，试验 1~21 d，NC 组 F/G 显著高于 PC 组和 Gly 组(P<0.05)，Gly 组与 PC 组无显著差异(P>0.05)。Gly 组肉鸡 21 日龄体重有大于 NC 组的趋势，差异不显著(P=0.098)。试验 21~42 d，各组间 ADFI、F/G 无显著差异(P>0.05)，NC 组 ADG 显著低于 PC 组和 Gly 组(P<0.05)，Gly 组与 PC 组无显著差异(P>0.05)。试验 1~42 d，ADG 方面，Gly 组与 PC 组无显著差异(P>0.05)，均显著高于 NC 组(P<0.05)；F/G 方面，NC 组显著高于 PC 组(P<0.05)，Gly 组与 PC 组差异不显著(P>0.05)。可知，降低饲粮 CP 水平影响肉仔鸡生长性能，补充 Gly 可改善低 CP 饲粮对肉仔鸡生长性能的影响；Gly 对后期 ADG 升高明显、对前期 F/G 降低明显。

表 3 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡生长性能的影响

Table 3 Effects of Gly addition in low CP diets on growth performance of broilers

项目 Items	正对照组 PC group	负对照组 NC group	Gly 组 Gly group
1～21 d			
末重 Final weight/g	905.09±29.96	877.67±44.76	922.57±22.13
平均日增重 ADG/g	40.49±1.20	39.69±2.38	41.39±0.83
平均日采食量 ADFI/g	55.40±1.27	56.94±1.62	56.73±2.27
料重比 F/G	1.37±0.04^{b}	1.44±0.05^{a}	1.37±0.05^{b}
22～42 d			
末重 Final weight/g	2 806.10±141.50	2 682.16±155.07	2 732.88±151.65
平均日增重 ADG/g	88.86±4.61^{a}	77.22±5.28^{b}	83.38±4.84^{a}
平均日采食量 ADFI/g	166.98±8.48	155.44±8.20	159.10±8.10
料重比 F/G	1.88±0.12	1.97±0.13	1.92±0.12
1～42 d			
平均日增重 ADG/g	62.69±3.10^{a}	56.63±4.20^{b}	61.08±1.65^{a}
平均日采食量 ADFI/g	105.42±3.59	103.44±6.48	104.22±5.01
料重比 F/G	1.68±0.06^{b}	1.80±0.04^{a}	1.71±0.11^{ab}

同行数据肩标不同字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

In the same row, values with different letter superscripts mean significant difference (P<0.05). The same as

below.

2.2 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡胴体组成的影响

由表 4 可知，降低饲粮 CP 水平和添加 Gly 对 42 日龄肉仔鸡的腿肌率、屠宰率和全净膛率未见显著影响（P>0.05）。NC 组胸肌率显著小于 PC 组(P<0.05)；Gly 组较 NC 组胸肌率显著提高(P<0.05)，与 PC 组差异不显著(P>0.05)。NC 组腹脂率显著高于 PC 组(P<0.05)；Gly 组较 NC 组腹脂率显著降低(P<0.05)，与 PC 组差异不显著(P>0.05)。可知，降低饲粮 CP 水平，降低了肉仔鸡胸肌率、提高了腹脂率，未见影响腿肌率、屠宰率和全净膛率；添加 Gly 可增加胸肌率、降低腹脂率，未见影响腿肌率、屠宰率和全净膛率。

表 4 低 CP 饲粮中添加 Gly 对 42 日龄肉仔鸡胴体组成的影响

Table 4 Effects of Gly addition in low CP diets on carcass composition of broilers at 42 days of age %

项目 Items	正对照组 PC group	负对照组 NC group	Gly 组 Gly group
屠宰率 Slaughter percentage	89.30±1.48	89.24±1.94	90.06±1.46
全净膛率 Dressing percentage	74.03±1.72	73.30±1.73	73.24±2.19
胸肌率 Breast muscle percentage	27.13±1.38[a]	24.54±1.21[b]	28.85±2.88[a]
腿肌率 Leg muscle percentage	19.43±1.35	20.66±1.60	19.26±1.89
腹脂率 Abdominal fat percentage	1.46±0.32[b]	2.34±0.44[a]	1.53±0.30[b]

2.3 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡血液生化指标的影响

由表 5 可知，肉仔鸡 21 日龄时，各组血液生化指标无显著差异(P>0.05)，但 NC 组 UA 含量低于 PC 组和 Gly 组。42 日龄时，各组 TP、ALB 含量差异不显著(P>0.05)，但 PC 组数值上高于 NC 组和 Gly 组，且 Gly 组高于 NC 组；UA 含量方面，NC 组低于 PC 组(P=0.059)，添加 Gly 后 UA 含量有升高的趋势(P=0.059)，但仍低于 PC 组。UN 含量在各组间无显著差异(P>0.05)。可见，降低饲粮 CP 水平，UA 含量有下降的趋势，未见影响 UN 含量；添加 Gly，有提高 UA 含量的趋势，未见影响 UN 含量；肉仔鸡 42 日龄时，与正常 CP 饲粮相比，低 CP 饲粮 TP 和 ALB 含量较低，添加 Gly 后有所提高。

表 5 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡血液生化指标的影响

Table 5 Effects of Gly addition in low CP diets on blood biochemical parameters of broilers

项目 Items	21 日龄 21 days of age			42 日龄 42 days of age		
	正对照组 PC group	负对照组 NC group	Gly 组 Gly group	正对照组 PC group	负对照组 NC group	Gly 组 Gly group

总蛋白 TP/(g/L)	31.77±4.56	33.03±2.29	30.68±1.04	36.38±7.04	33.57±5.23	35.99±6.01
白蛋白 ALB/(g/L)	16.36±1.56	16.30±1.82	14.97±1.41	16.89±2.86	15.20±1.65	16.35±2.66
尿素氮 UN/(mmol/L)	0.70±0.09	0.77±0.18	0.83±0.14	0.50±0.11	0.53±0.08	0.62±0.12
尿酸 UA/(μmol/L)	574.50±199.58	358.67±149.39	404.80±283.42	350.75±84.78	198.80±65.97	247.67±98.37

3 讨 论

3.1 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡生长性能的影响

1994 年，Baker 等[11]提出了以真可消化 AA 为基础的肉仔鸡理想 AA 模式，为肉仔鸡 AA 需要量的研究奠定了基础。正常 CP 饲粮仅需添加 Lys、蛋氨酸（Met）和苏氨酸（Thr），而其他必需 AA 含量均高于理想蛋白质 AA 模式需要量，过量的 AA 不被机体利用而排出体外，存在浪费现象。本试验参考的为 Adisseo 推荐的比例，与 Baker 等[11]推荐模式较为接近，并已被本实验室多次验证其有效性。

Gly 一般被认为是家禽早期生长的必需 AA，或条件性必需 AA。低 CP 饲粮中添加合成 AA 能促进肉仔鸡生长[12]，但 CP 降低超过 3 个百分点，生长受阻[13]，可能是低估了某种 AA 的水平，使其成为了限制性 AA。前人研究低 CP 饲粮中分别添加不同的非必需 AA 是否能够消除生长抑制现象，结果表明 Gly 可促进生长，达到与饲喂正常 CP 饲粮相同的生产性能，而谷氨酸（Glu）、丙氨酸（Ala）、天冬氨酸（Asp）和脯氨酸（Pro）却未能达到同样的作用[9,14]。低 CP 饲粮中补充限制性 AA 的种类和顺序与饲粮组成[15]和饲粮 CP 水平[10]等有关。关于肉仔鸡低 CP 饲粮的研究表明，继 Met(TSAA)、Lys、Thr、缬氨酸（Val）、异亮氨酸（Ile）成为限制性 AA 后，继续降低饲粮 CP 水平，补充精氨酸（Arg）、色氨酸（Trp）和组氨酸（His），生产性能受到影响，补充 Gly 可改善[10]。本试验研究也表明低 CP 饲粮中添加 Gly 显著改善肉鸡生长。以上结果表明 Gly 在低 CP 饲粮中是限制性 AA。以往关于 Gly 在肉仔鸡上的研究大都集中在生长前期，在生长后期的研究较少。本研究表明，Gly 在生长前期可以改善肉仔鸡的饲料效率，在生长后期可提高 ADG，该结果提示低 CP 饲粮中添加 Gly 不仅在肉仔鸡生长前期有效，在肉仔鸡生长后期同样重要。低 CP 饲粮中添加 Gly 促进肉仔鸡生长，可能与 Gly 作为限制性 AA 参与体内蛋白质的合成，以及作为底物参与 Met 代谢合成胱氨酸（Cys）、促进其他 AA 平衡有关[16]。

肉仔鸡饲粮中 Gly 的需要量，一般以 Gly+Ser 总量表示。NRC(1994)对肉仔鸡正常 CP 饲粮中 Gly+Ser 推荐量为 1.25%，在低 CP 饲粮中其推荐量明显不足。Corzo 等[4]研究表明低 CP 饲粮中 1.25%的推荐量不能维持最大生产性能，Waguespack 等[17]通过 3 个饲养试验发现

在低 CP 饲粮中维持肉仔鸡最佳饲料效率的 Gly+Ser 水平为 2.10%。Dean 等[9]研究表明当在低 CP 饲粮中 Gly+Ser 水平不低于 2.32%时，可获得最佳生产性能。本试验在低 CP 饲粮中直接添加 Gly，使饲粮中 Gly+Ser 水平为 2.32%，结果显著提高了肉仔鸡前期的饲料效率和后期的体增重。

3.2 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡胴体组成的影响

研究表明，饲粮 CP 水平对肉禽胴体组成具有显著影响。降低饲粮 CP 水平，胸肉产量减小[18]，胸肌率降低[19]，胸肌中 CP 含量降低、粗脂肪升高[20]，腹脂沉积增加[19]。低 CP 饲粮添加晶体 AA 增加腹脂的原因可能与能量消耗减少有关。AA 平衡饲粮减少了多余的氮以 UA 形式排出体外，减少能量消耗，多余的能量转化为脂肪囤积于腹部，造成腹脂增加[13,18]。本试验中，低 CP 饲粮降低肉仔鸡出栏时的胸肌率，增加腹脂，添加 Gly 后，胸肌率增加、腹脂率降低。低 CP 饲粮中添加 Gly 降低腹脂率，还可能与 Gly 促进瘦素分泌有关。在小鼠上的研究表明 Gly 可提高瘦素水平，从而减少脂肪的合成，并促进脂肪降解[21]。此外，Gly 也是肠腔中胆汁酸的重要组成成分，能促进长链脂肪酸的吸收[22]，而长链脂肪酸不易形成体脂沉积。体外肠上皮细胞试验表明，Gly 能促进细胞生长、加速蛋白质合成、降低蛋白质降解[6]，减少脂肪含量。本试验中 Gly 降低腹脂沉积的研究结果，对规避低 CP 饲粮对肉仔鸡胴体组成不利影响具有重要启示意义。

3.3 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡血液生化指标的影响

血液 TP 和 ALB 是机体蛋白质代谢状况的指示性指标，受蛋白质合成与代谢速度、摄入与排出等的影响。UA、UN 是禽类蛋白质代谢的终产物，其含量可反应蛋白质代谢和营养状况，含量过低，提示饲粮蛋白质不足，过高则提示蛋白质利用率低。本试验表明，低 CP 饲粮中添加 Gly 未显著影响肉仔鸡血浆 TP、ALB 和 UN 含量，但有增加肉仔鸡后期血浆 UA 含量的趋势，这可能与 Gly 是合成 UA 的重要物质有关[4]。

4 结 论

① 低 CP 饲粮中添加 Gly 可改善肉仔鸡生长前期的饲料效率，提高生长后期的日增重，全期生长性能达到与正常 CP 饲粮相当的水平。

② 低 CP 饲粮中添加 Gly 可提高肉仔鸡 42 日龄胸肌率，降低腹脂率，对全净膛率和腿肌率无显著影响。

③ 低 CP 饲粮中添加 Gly 对肉仔鸡血液生化指标无显著影响。

参考文献：

[1] OSPINA-ROJAS I C,MURAKAMI A E,MOREIRA I,et al.Dietary glycine+serine responses of male broilers given low-protein diets with different concentrations of threonine[J].British Poultry Science,2013,54(4):486–493.

[2] 王讯,马恒东,赵玲.鸡体内尿酸生物学功能的研究进展[J].动物医学进展,2005,26(3):41–43.

[3] 王玮玮,唐亮,周文龙,等.谷胱甘肽生物合成及代谢相关酶的研究进展[J].中国生物工程杂志,2014,34(7):89–95.

[4] CORZO A,KIDD M T,BURNHAM D J,et al.Dietary glycine needs of broiler chicks[J].Poultry Science,2004,83(8):1382–1384.

[5] 孔祥峰,印遇龙,伍国耀.猪功能性氨基酸营养研究进展[J].动物营养学报,2009,21(1):1–7.

[6] WANG W W,WU Z L,LIN G,et al.Glycine stimulates protein synthesis and inhibits oxidative stress in pig small intestinal epithelial cells[J].The Journal of Nutrition,2014,144(10):1540–1548.

[7] FERGUSON N S,GATES R S,TARABA J L,et al.The effect of dietary crude protein on growth,ammonia concentration,and litter composition in broilers[J].Poultry Science,1998,77(10):1481–1487.

[8] ALETOR V A,HAMID I I,NIEß E,et al.Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens:effects on performance,carcass characteristics,whole-body composition and efficiencies of nutrient utilisation[J].Journal of the Science of Food and Agriculture,2000,80(5):547–554.

[9] DEAN D W,BIDNER T D,SOUTHERN L L.Glycine supplementation to low protein,amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks[J].Poultry Science,2006,85(2):288–296.

[10] YUAN J,KARIMI A,ZORNES S,et al.Evaluation of the role of glycine in low-protein amino acid-supplemented diets[J].The Journal of Applied Poultry Research,2012,21(4):726–737.

[11] BAKER D H,HAN Y M.Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching[J].Poultry Science,1994,73(9):1441–1447.

[12] KHAN S A,UJJAN N,AHMED G,et al.Effect of low protein diet supplemented with or without amino acids on the production of broiler[J]. African Journal of Biotechnology,2011,10(49):10058–10065.

[13] BREGENDAHL K,SELL J L,ZIMMERMAN D R.Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks[J].Poultry Science,2002,81(8):1156–1167.

[14] CORZO A,FRITTS C A,KIDD M T,et al.Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets[J].Animal Feed science and Technology,2005,118(3/4):319–327.

[15] FERNANDEZ S R,AOYAGI S,HAN Y M,et al.Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick[J].Poultry Science,1994,73(12):1887–1896.

[16] POWELL S,BIDNER T D,SOUTHERN L L.Effects of glycine supplementation at varying levels of methionine and cystine on the growth performance of broilers fed reduced crude protein diets[J].Poultry Science,2011,90(5):1023–1027.

[17] WAGUESPACK A M,POWELL S,BIDNER T D.The glycine plus serine requirement of broiler chicks fed low-crude protein,corn-soybean meal diets[J].Journal of Applied Poultry Research,2009,18(4):761–765.

[18] BARTOV I,PLAVNIK I.Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks[J].Poultry Science,1998,77(5):680–688.

[19] 曹赞,高振华,陈广信,等.代谢能和粗蛋白质水平对科宝肉鸡生产性能、屠宰性能及血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2014,26(9):2553–2564.

[20] 李忠荣,陈婉如,叶鼎承,等.低粗蛋白质补充氨基酸饲粮对白羽半番鸭屠宰性能和胸肌成分的影响[J].动物营养学报,2015,27(6):1672–1680.

[21] 刘靖,陆大祥,戚仁斌,等.甘氨酸对非酒精性脂肪肝小鼠瘦素水平的影响[J].山西医科大学学报,2010,41(5):404–406.

[22] WANG W W,WU Z L,DAI Z L,et al.Glycine metabolism in animals and humans:implications for nutrition and health[J].Amino Acids,2013,45(3):463–477.

Effects of Glycine Addition in Low Crude Protein Diets on Performance, Carcass Composition and Blood Biochemical Parameters of Broilers

YANG Yongyue[1,2] WU Shugeng[2] WANG Jing[2] XU Li[1*] ZHANG Haijun[2*] Yves Mercier[3]

(1. *Institute of Animal Nutrition*, *Northeast Agricultural University*, *Harbin* 150030, *China*; 2. *Key Laboratory of Feed Biotechnology of Ministry of Agriculture*, *Feed Research Institute*, *Chinese*

Academy of Agricultural Sciences, *Beijing* 100081, *China*; 3. *Adisseo France S.A.S.*, *Antony* 92160, *France*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of glycine (Gly) addition in low crude protein (CP) diets on growth performance, carcass composition and blood biochemical parameters of broilers. A total of 180 1-day-old healthy male broiler chicks (Arbor Acres) were randomly allotted into three groups, and each group consisted of 6 replicates with 10 birds each. The three groups were: positive control (PC) group that with 22.0% and 20.0% CP for starter and grower diets, negative control (NC) group containing 18.0% and 15.5% CP in starter and grower diets, and Gly group with super addition of Gly on the basis of NC group to provide 2.32% Gly+serine (Ser). The experiment lasted for 42 d with 2 periods of 1 to 21 d and 22 to 42 d. The results showed as follows: 1) the CP level reduced by 4.0% to 4.5% elevated feed/gain (F/G) during starter phase (1 to 21 d) (P<0.05) and decreased average daily gain (ADG) during grower phase (21 to 42 d) (P<0.05). Gly addition significantly decreased F/G in starter phase (P<0.05) and increased ADG in grower phase (P<0.05). The addition of Gly recovered the growth performance of chicks fed low CP diet to similar level of the PC group. 2) Low CP diet decreased the breast muscle percentage by 9.5% (P<0.05) and elevated abdominal fat percentage by 60.3% (P<0.05) than the PC diet. Supplementation of Gly significantly improved the breast muscle percentage by 17.6% (P<0.05) and reduced the abdominal fat percentage by 34.6% (P<0.05), and recovered the carcass composition similar to the PC group. Low CP diet did not significantly affected the slaughter percentage, dressing percentage and leg muscle percentage irrespective the presence of Gly compared to the PC diet (P>0.05). 3) No significant differences in plasma biochemical parameters were observed among groups (P>0.05). In conclusion, Gly addition can improve growth performance and carcass composition implied the promising application of Gly in low CP diet for broilers.

Key words: broiler; low crude protein diet; glycine; growth performance; carcass composition

---

*Corresponding author: XU Li, professor, E-mail: xuli_19621991@163.com; ZHANG Haijun, associate professor, E-mail: fowlfeed@163.com (责任编辑　田艳明)